

Державний вищий навчальний заклад  
Донецький національний технічний університет  
Кафедра прикладної математики та інформатики



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

В.о. першого проректора

Леонід БАЧУРІН

2022 р

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### ОК5 (ННД2.2) МЕТАЕВРИСТИЧНІ МЕТОДИ ТА ГЛИБОКЕ НАВЧАННЯ

(шифр і назва навчальної дисципліни)

Рівень освіти:

третій (освітньо-науковий)

Спеціальність

122 Комп'ютерні науки

(шифр і назва спеціальності)

Освітня програма

Комп'ютерні науки

(назва освітньої програми)

Мова навчання:

українська

Робоча програма з дисципліни ”**Метаевристичні методи та глибоке навчання**“  
для аспірантів за спеціальністю 122 – **Комп’ютерні науки**

« 30 » серпня 2022 року. – 9 с.

Розробник:

**Башков Є.О., д.т.н., професор кафедри ПМІ, професор**



Робоча програма затверджена на засіданні кафедри **прикладної математики та інформатики**  
Протокол № 8 від “ 01 ” вересня 2022 р.

В.о. завідувача кафедри **прикладної математики та інформатики**



(підпис)

(Маслова Н.О.)

(прізвище та ініціали)

Схвалено науково-методичною комісією з галузі знань 12 « Інформаційні технології »  
Протокол № 5 від. “ 02 ” вересня 2022 р.

Голова



(підпис)

( Башков Є.О.)

(прізвище та ініціали)

## Загальна інформація

Форма навчання	Денна	Заочна
Статус	Вибіркова	
Обсяг в кредитах ЄКТС	6	6
Обсяг в годинах за навчальним планом, разом: в тому числі:	180	180
лекції:	32	8
практичні заняття:	16	4
лабораторні заняття:	-	-
семінари:	-	-
самостійна робота:	132	168
Індивідуальне завдання	+	+
Форма підсумкового контролю	Іспит	
Дисципліну викладають	Викладач – Башков Євген Олександрович, <a href="https://donntu.edu.ua/knt/pmi">https://donntu.edu.ua/knt/pmi</a> , <a href="mailto:yevhen.bashkov@donntu.edu.ua">yevhen.bashkov@donntu.edu.ua</a>	

**Передумови для вивчення дисципліни:** успішному вивченню дисципліни «Метаевристичні методи та глибоке навчання» сприяє попереднє опанування такими дисциплінами, як «Основи алгоритмізації», «Математичні методи дослідження операцій», «Теорія ймовірностей і математична статистика», «Емпіричні методи програмної інженерії».

### 2. Мета вивчення навчальної дисципліни «Метаевристичні методи та глибоке навчання»

Дисципліна «Метаевристичні методи та глибоке навчання» має на меті надання аспірантам цілісного представлення щодо сучасних знань в галузі штучного інтелекту, базових підходів до створення інтелектуальних інформаційних систем з використанням методів штучного інтелекту, сприяння теоретичній підготовці аспіранта для вирішення завдань дисертаційних досліджень у галузі інформаційних технологій сучасними методами.

#### **Компетентності:**

**ЗК 01.** Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

**ЗК 02.** Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

**ЗК 03.** Здатність працювати в міжнародному контексті.

**ЗК 04.** Здатність розв'язувати комплексні проблеми комп'ютерних наук на основі системного наукового світогляду та загального культурного кругозору із дотриманням принципів професійної етики та академічної доброчесності.

**ФК 01.** Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у комп'ютерних науках та дотичних до них міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з комп'ютерних наук та суміжних галузей.

**ФК 02.** Здатність застосовувати сучасні методології, методи та інструменти експериментальних і теоретичних досліджень у сфері комп'ютерних наук, сучасні цифрові технології, бази даних та інші електронні ресурси у науковій та освітній діяльності.

**ФК 03.** Здатність виявляти, ставити та вирішувати дослідницькі науково-прикладні задачі та/або проблеми в сфері комп'ютерних наук, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.

**ФК 04.** Здатність ініціювати, розробляти і реалізовувати комплексні інноваційні проекти у галузі комп'ютерних наук та дотичні до неї міждисциплінарних проєктах, демонструвати лідерство під час їх реалізації.

**ФК 05.** Здатність здійснювати науково-педагогічну діяльність у вищій освіті у сфері комп'ютерних наук.

**ФК 06.** Здатність аналізувати та оцінювати сучасний стан і тенденції розвитку комп'ютерних наук та інформаційних технологій.

**Програмні результати навчання:**

**ПРН 01.** Мати передові концептуальні та методологічні знання з комп'ютерних наук і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

**ПРН 02.** Вільно презентувати та обговорювати з фахівцями і нефахівцями результати досліджень, наукові та прикладні проблеми комп'ютерних наук державною та іноземною мовами, оприлюднювати результати досліджень у наукових публікаціях у провідних міжнародних наукових виданнях.

**ПРН 03.** Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.

**ПРН 04.** Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у комп'ютерних науках та дотичних міждисциплінарних напрямках.

**ПРН 05.** Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з комп'ютерних наук та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

**ПРН 06.** Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи.

**ПРН 07.** Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проєкти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми комп'ютерної науки з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів.

**ПРН 08.** Визначати актуальні наукові та практичні проблеми у сфері комп'ютерних наук, глибоко розуміти загальні принципи та методи комп'ютерних наук, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях у сфері комп'ютерних наук та у викладацькій практиці.

**ПРН 09.** Вивчати, узагальнювати та впроваджувати в навчальний процес інновації комп'ютерних наук.

**ПРН 10.** Відшуковувати, оцінювати та критично аналізувати інформацію щодо поточного стану та трендів розвитку, інструментів та методів досліджень, наукових та інноваційних проєктів з комп'ютерних наук.

**ПРН 11.** Організовувати і здійснювати освітній процес у сфері комп'ютерних наук, його наукове, навчально-методичне та нормативне забезпечення, застосувати ефективні методики викладання навчальних дисциплін.

### **3. Очікувані результати навчання**

В результаті вивчення дисципліни студент повинен

**ЗНАТИ:**

- Напрямки та шляхи розвитку науки та практики побудови інтелектуальних

інформаційних систем з використанням метаевристичних підходів та методів глибокого навчання.

- Підходи до аналізу та оцінювання сучасних нейромережових та метаевристичних методів побудови інтелектуальних інформаційних систем.
- Методи та технології розробки сучасних нейромережових та метаевристичних методів побудови інтелектуальних інформаційних систем.
- Підходи щодо вирішення завдань дисертаційних досліджень з визначеної тематики з використанням нейромережових та метаевристичних методів.

## **ВМІТИ:**

- Застосовувати знання для постановки і вирішення актуальних наукових завдань, обґрунтування, та використання відповідних метаевристичних методів та методів глибокого навчання для побудови інтелектуальних інформаційних систем.
- Прогнозувати та оцінювати ефективність використання метаевристичних та нейромережових методів для побудови інтелектуальних інформаційних систем.
- Проектувати та впроваджувати інтелектуальні інформаційні системи, побудованих на базі сучасних нейромережових та метаевристичних підходів.
- Застосовувати принципи побудови систем штучного інтелекту впродовж життя для вирішення завдань поза програмою курсу.

### **4. Засоби діагностики результатів навчання**

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання при опануванні дисципліною «Метаевристичні методи та глибоке навчання»:

- Іспит;
- індивідуальні завдання з практичних робіт;
- презентації результатів виконаних завдань та досліджень.

Під час викладання дисципліни “Метаевристичні методи та глибоке навчання” використовуються наступні засоби діагностики.

- Поточний контроль знань під час виконання практичних робіт: усне опитування аспірантів за основними питаннями, контроль результативності виконання практичних завдань за темою роботи.
- Оцінка презентації та доповіді за результатом наскрізного практичного завдання, орієнтованого на підтримку дисертаційного дослідження.
- Іспит.

### **5. Критерії оцінювання результатів навчання**

Загальний принцип оцінювання підсумкових знань студента з курсу «Метаевристичні методи та глибоке навчання» полягає в оцінці поточної практичної роботи студента у навчальному семестрі на практичних роботах, оцінці самостійного виконання (під керівництвом викладача) формування аналітичного огляду та оцінки контрольного заходу у формі екзамену, у результаті котрих студент має сумарну оцінку в балах. Форма проведення іспиту – письмова. Максимальна кількість балів, що може отримати студент за виконання письмової роботи, під час семестрового екзамену – 60 (див. табл.).

Поточний контроль для денної форми навчання							Поточний контроль	Іспит	Максимальний бал
ПР 1	ПР 2	ПР 3	ПР 4	ПР 5	ПР 6	ПР 7			
2	2	3	3	10	10	10	40	60	100
1	1	2	2	6	6	6	24		

Примітки:

1) Пр1, Пр2 і т.д практичні заняття;

2) У чисельнику максимальний бал – при своєчасному та правильному виконанні, у знаменнику – мінімальний (при правильному, але несвоечасному виконанні)

Поточний контроль для заочної форми навчання				Поточний контроль	Іспит	Максимальний бал
ПР1	ПР2	ПР3	ПР4			
5	5	15	15	40	60	100
2	2	10	10	24		

Оцінювання знань аспіранта при здачі іспиту здійснюється за 100 бальною шкалою.

Оцінка	
За 100-бальною шкалою	Для екзамєну, курсового проекту(роботи), практики, диференційованого заліку, кваліфікаційного екзамєну, випускної кваліфікаційної (дипломної) роботи (проекту)
90-100	відмінно
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

## 6. Програма навчальної дисципліни

### 6.1. Основні теми дисципліни

#### Тема 1. Загальні відомості щодо штучного інтелекту.

Загальне введення до штучного інтелекту (ШІ). Сучасний ШІ, галузі досліджень та застосувань. Машинне навчання, метаевристичні методи, нейронні мережі та глибоке навчання як підрозділи штучного інтелекту. Історичні аспекти.

#### Тема 2. Метаевристики. Популяційні методи.

Теоретичні основи популяційних підходів. Задача глобальної оптимізації. Механізми еволюції. Компоненти генетичних алгоритмів: генотип, популяція, фітнес функція, відбір, схрещування, мутація. Базова структура. Приклади використання генетичних алгоритмів до вирішення практичних задач. Відмінності між генетичними та традиційними алгоритмами. Переваги та обмеження генетичних алгоритмів.

#### Тема 3. Метаевристики. Ройові методи.

Теоретичні основи ройових біологічних метаевристик. Метод оптимізації рою частинок PSO. Ефективність та параметри PSO та основні модифікації. Мурашині алгоритми, система мурашиної колонії. Ефективність та параметри мурашиних алгоритмів. Приклади використання ройових алгоритмів.

#### Тема 4. Штучні нейронні мережі

Основи теорії штучних нейронних мереж. Задача навчання штучної нейронної мережі як задача оптимізації. Функції активації, крос-ентропія, градієнтний спуск, алгоритм зворотного розповсюдження помилки, Багатошарові ІНС та процедура зворотного поширення помилки.

#### Тема 5. Згорткові нейронні мережі

Архітектури сучасних згорткових мереж (для зображень, для тексту, ансамблів мереж). Операцій агрегації мереж. Пристрій та основні принципи роботи Dropout, batch normalization, layer normalization, residual connections, learning rate scheduling, налаштування темпу навчання.

#### Тема 6. Рекурентні нейронні мережі (RNN)

Рекурентні (повторні) мережі, види рекурентних мереж (повнорекурентні, рекурсивні, мережа Хопфілда). Формальний опис мереж. Особливості тренування. Розв'язувані завдання, проблема загасаючого і градієнтів, що вибухають.



## 6.2. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		ДФН	ЗФН
1	Практичне заняття №1. (Теми 1-2) DEAP – встановлення пакету. Вирішення задачі <b>OneMax</b>	2	1
2	Практичне заняття №2. (Тема 2). DEAP. Комбінаторна оптимізація. Вирішення задачі комівояжера за допомогою генетичного алгоритму.	3	
3	Практичне заняття №3. (Тема 2). DEAP. Комбінаторна оптимізація. Вирішення задачі маршрутизації транспорту за допомогою генетичного алгоритму.	2	1
4	Практичне заняття №4. (Тема 2). DEAP. Комбінаторна оптимізація. Вирішення задачі оптимізації безперервних функцій за допомогою генетичного алгоритму.	2	
5	Практичне заняття №5. (Тема 3). Вирішення задачі оптимізації безперервних функцій методом рою мурах (PSO)	2	
6	Практичне заняття №6. (Тема 5) Використання генетичних алгоритмів для оптимізації архітектури багатошарового перспетрону	3	1
7	Практичне заняття №6. (Тема 5) Використання генетичних алгоритмів для сумісної оптимізації архітектури та гіпер параметрів багатошарового перспетрону	2	1
<b>Усього годин:</b>		<b>16</b>	<b>4</b>

## 6.3. Теми лабораторних занять

Не передбачено навчальним планом

## 6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		ДФН	ЗФН
1	Тема 1. Загальні відомості щодо штучного інтелекту.	12	12
2	Тема 2. Метаевристики. Популяційні методи.	22	30
3	Тема 3. Метаевристики. Ройові методи.	22	30
4	Тема 4. Штучні нейронні мережі	22	32
5	Тема 5. Згорткові нейронні мережі	32	32
6	Тема 6. Рекурентні нейронні мережі	22	32
<b>Усього годин:</b>		<b>132</b>	<b>168</b>

## 6.5. Індивідуальне завдання

Тематика індивідуального завдання пов'язана з дослідженням конкретного алгоритму пошуку екстремуму функції від багатовимірного аргументу на прикладі пошуку ваг нейронної мережі визначеної архітектури.

## 7. Література

### 7.1. Основна

1. Погорілий С.Д. Застосування генетичних алгоритмів у комп'ютерних системах : монографія / С.Д.Погорілий, Р.В.Білоус, І.В.Білоконь; за ред. проф. С.Д.Погорілого.- К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2014.-319 с.
2. Wirsansky E. Hands-On Genetic Algorithms with Python: Applying genetic algorithms to solve real-world deep learning and artificial intelligence problems. — Packt Publishing, 2020. — 346 p.

3. Chollet F. Deep learning with Python. — Second Ed., Manning Publications Co., 2021. — 504 p.
4. Koul A., Ganju S., Kasam M. Practical Deep Learning for Clous, Mobile, and Edge. — O'Reilly Media, Inc., 2019. — 620 p.

## **7.2. Допоміжна**

5. Eiben F.E., Smith J.E. Introduction to Evolutionary Computing. — Springer. 2015.- 287 p.
6. Brownlee J. Clever Algorithms: Nature-Inspired Programming Recipes / J. Brownlee. — Melbourne: Brownlee, 2011. — 436 p.
7. Lucinska M. Hybrid Immune Algorithm for Multimodal Function Optimization / M. Lucinska, S.T. Wierzchon // Recent Advances in Intelligent Information Systems. — 2009. — P. 301-313.
8. Aragon V.S. Solving Constrained Optimization using a T-Cell Artificial Immune System / V.S. Aragon, S.C. Esquivel, C.A. Coello Coello // Inteligencia Artificial. — Vol. 40. — 2008. — P. 7-22.
9. Talbi El-G. Metaheuristics: from design to implementation / El-G. Talbi. — Hoboken, New Jersey: Wiley & Sons, 2009. — 618 p.
10. Yu X. Introduction to evolutionary algorithms / X. Yu, M. Gen. — London: Springer-Verlag, 2010. — 433 p.
11. Simon D., Evolutionary Optimization Algorithms: Biologically-Inspired and Population-Based Approaches to Computer Intelligence. — John Wiley & Sons, Inc. Copyright, 2013. — 784 p.
12. Кусуль Н.М. Інтелектуальні обчислення: навчальний посібник / Н.М.Кусуль, А.Ю.Шелестов, А.М.Лавренюк. - К.: Наукова думка, 2006.-186 с.
13. Кононюк А.Ю. Нейронні мережі і генетичні алгоритми. — К.: «Корнійчук», 2008.- 446 с.

## **7.3. Методична**

1. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Метаевристичні методи та глибоке навчання» для аспірантів денної та заочної форм навчання спеціальності 122 Комп'ютерні науки (плануються до видання)

## **8. Інформаційні ресурси**

1. A Guide to Metaheuristic Optimization for Machine Learning Models in Python. URL: <https://builtin.com/data-science/metaheuristic-optimization-python>(дата звернення: 31.08.2022).
2. Optimization Modelling in Python: SciPy, PuLP, and Pyomo. URL: <https://medium.com/analytics-vidhya/optimization-modelling-in-python-scipy-pulp-and-pyomo-d392376109f4> (дата звернення: 31.08.2022).
3. Optimization Modelling in Python: Metaheuristics with constraints. URL: <https://medium.com/analytics-vidhya/optimization-modelling-in-python-metaheuristics-with-constraints-c22b08c487e8> (дата звернення: 31.08.2022).
4. An Introduction to Genetic Algorithms: The Concept of Biological Evolution in Optimization. URL: <https://towardsdatascience.com/an-introduction-to-genetic-algorithms-the-concept-of-biological-evolution-in-optimization-fc96e78fa6db> (дата звернення: 31.08.2022).
5. Introduction to Global Optimization Algorithms for Continuous Domain Functions . URL: <https://towardsdatascience.com/introduction-to-global-optimization-algorithms-for-continuous-domain-functions-7ad9d01db055> (дата звернення: 31.08.2022).
6. Genetic Algorithm (GA): A Simple and Intuitive Guide. URL: <https://towardsdatascience.com/genetic-algorithm-a-simple-and-intuitive-guide-51c04cc1f9ed>(дата звернення: 31.08.2022).